再生可能エネルギーの普及に向けて

For the Spread of Renewable Energy

本庄孝子*
Takako HONJO

Key Words: Renewable Energy, Biomass, Wind, Solar, Geothermal

1. 緒言

我が国のエネルギー構成はどのようにするのが一番いいのだろう。この度の原発事故を契機に、再生可能エネルギーが大きくクローズアップされた。再生可能エネルギーは太陽光・熱、風力、水力、バイオマス、潮力、地熱、海流などがあり、自然エネルギーとほぼ同じ意味で使われている。再生可能エネルギーを使うことによって、化石燃料の消費を減らし、CO₂をほとんど排出しないことから温暖化対策にも有効である。

世界においては、自然エネルギーに関する目標値や支援政策を制定している国は118カ国あり、このうち少なくとも半分は途上国である。2010年の自然エネルギーに対する投資は2110億ドル、前年に比べて32%増加している¹⁾。世界の石油生産量は2030年には半減すると言われ、2010年のメキシコ湾原油流出事故は海底に延びる5500mのパイプは、必要に迫られた結果であり、オイルピークはすでに迎えたと言われる。中東に目を転じれば、アラブ首長国連邦は産油国から緑の大国へと宣言し、イランも原油枯渇をにらみ、風力発電の倍增計画を進めている²⁾。

再生可能エネルギーの取り組みは世界の大きな流れになっており、我が国においてもこの自国産の再生可能エネルギーの本格的な取り組みが進むことが切に望まれる。

再生可能エネルギーに積極的に取り組んでいるドイツやデンマークでは、CO₂削減と経済成長を同時に達成している。この2つの国に学ぶことは大きい。再生可能エネルギー市場の20兆円は自動車産業と同じレベルである。再生可能エネルギー市場はどんどん活発になっており、日本にもビジネスチャンスはあり、既に海外で活躍している企業もある。

我が国は火山国で、山が多く、海に囲まれていることから再生可能エネルギー資源は豊富にある。ここに我が国の再生可能エネルギーの実態について述べ、次の時代への可能性を探りたい。

2. 再生可能エネルギー

再生可能エネルギーは自然に由来するエネルギーの総称といえ、太陽エネルギーに由来するのがほとんどである。地熱のみが異なる。化石燃料の石炭、石油、天然ガスを除く。再生可能エネルギーをここに列挙すると、太陽光、太陽熱、風力、バイオマス、水力、地熱、潮汐、海流、波力、温度差、雪氷(冷)熱、空気熱、地中熱、河川熱等といわれている。再生可能エネルギーは地元のエネルギーで、活用によって化石燃料購入費を減らすことができ、太陽由来は発電してもそのおおもとが減らない、燃料の請求書もこない。再生可能エネルギー産業から雇用が生まれるなどのメリットを持つ。短所としては薄く分散しているので、集めて活用するのに技術がいる。国土の地形や特徴に適する方式を探り、改善をはかって普及したい。バイオマスエネルギーは活用時にCO₂を排出するが、木の成長分の利用ならば、大気中のCO₂は変化しないことから、カーボンニュートラルとされている。

我が国はほんの最近まで、新エネルギーが優先されていた。新エネルギーは大型水力発電は除外されており、燃料電池や、天然ガスコジェネレーション等が入り、補助金の対象になったのが多かった。

実はIEAの再生可能エネルギーのデータは大型水力発電を除外しており、別の項で記載されている。それ故、日本の再生可能エネルギーは3%と誤った情報が長く信じられ、昨年までNHKもそう報道していた。ダム水力発電が再生可能エネルギーであるのは世界の常識であり、今やっとダムの水力発電を加えた形で統計が示された。

新エネルギーの定義も時代と共に変化した。1995年に地熱が除外され、風力も以前、長い間補助の対象にならなかった。バイオマスエネルギーが新エネルギーに格付けされたのは2002年である。再生可能エネルギーについても現在、政府が認めたものが補助の対象になっている。

2005年を基準年にした世界と日本の再生可能エネルギー

* 阪南大学 (〒580-8502 大阪府松原市天美東 5-4-33)
Hannan University (5-4-33 Amamihigashi, Matsubara, Osaka, 580-8502 Japan)

Fig. 1 The share of renewable energy in world

Table 1 Potential of renewable energy in Japan

	Amount can be introduced (10 ⁴ kW)
Solar power	14,920
Wind power	185,550
Small & medium-sized hydropower	1,440
Geothermal power	1,420

の割合を Fig. 1 に示す。2005 年では日本とドイツの再生可能エネルギーの割合は同じである。日本の正式な目標値は未定だが、2020 年の導入見込量は約 11 % とされており、ここに仮定的に付け加えた。

我が国の再生可能エネルギー資源量は多く、環境省の平成 23 年 3 月「再生可能エネルギー導入ポテンシャル調査」³⁾によると、太陽光、風力、中小水力、地熱の合計は九電力発電量（約 2 万 kW）の 10 倍以上ある (Table 1)。このデータにはバイオマスが抜けている。国土の 3 分の 2 が森林である我が国は、1 年間の成長量の半分を利用すると仮定すれば、バイオマスは一次エネルギーの 20 % を賄うことができる⁴⁾。

2.1 日本の再生可能エネルギーの歴史

我が国の 1 次エネルギーの供給推移を Fig. 2⁵⁾ に示す。1960 年頃までは水力の割合が大きいことがわかる。また 1960 年以前の民生エネルギーは、薪炭に代表されるバイオマスエネルギーがたくさん使用されていたが、Fig. 2 には薪炭のデータは含まれていない。

Fig. 2 Trends in Japan's primary energy supply⁵⁾

2010 年の 1 次エネルギー供給量は資源エネルギー庁からのデータ⁶⁾ から Fig. 3 に示すように、石油 38.3 %、石炭 21.5 %、天然ガス 18.3 %、原子力 10.8 %、水力 3.1 %、再生可能エネルギー 3.5 % とある。ところが真の意味の再生可能エネルギーは水力を加えた 6.6 % であることがわかる。

水力

Fig. 2 から判るように、1955 年頃の我が国の電力は主に石炭火力発電とダムの水力発電によって支えられていた。

小水力発電は、昭和 20 年代に全国山村各地で村単位や集落単位で、小規模な電灯用自家発電所が建設されていたが、電力会社の送電設備が整い順次廃止された。昭和 25 年に補助金 1 億円で、全国で 16 か所の小水力発電の建設が始まり、昭和 27 年「農山漁村電気導入促進法」が議員立法で制定さ

Fig. 3 Primary energy of Japan (2010)

れ、各地で導入が進んだ⁷⁾。この陰に織田史郎の理念と努力があった。中国地方においては昭和 45 年までに約 90 か所の小水力発電所を建設した。中国電力では、配電線を連係した全量売電方式が認められた。

昭和 30 年中期から大型石油火力発電の建設で発電原価が下がり、小水力発電の原価が対応しきれなくなった。設備も老朽化し、川での発電の権利は電力会社に購入されたところもあった。

昭和 48 年の石油ショックで水力発電が見直され通産省補助金（15～30%）が認められた。電気卸事業者の公営企業（県、市営発電所）が補助金で新規に建設を進めた。自家用小水力は法的に余剰売電のため売電価格が低く、農水省の補助金（50～70%）の適用を受ける土地改良区が建設を行うことができた。小水力発電は落差が 1 m あればよく、農業用水や浄水場、小さな河川などで活用される。身近なところでは嵐山の渡月橋の照明、豊中市の浄水配水場で見られる。だが、法規制などがあり普及にはかなりの努力を必要としている。長野県の小水力は特区として認められて実現した経緯がある⁸⁾。

バイオマス・メタン発酵

メタン発酵は我が国では 1924 年に京大と大阪市衛生試験所で実験研究が始まった。そして、昭和の初期に東京、大阪、京都、名古屋など大都市に下水域処理施設が建設された際に嫌気性消化施設が建設された。大阪市は 1925 年市岡下水処理実験施設が稼働した⁹⁾。当時、民間では高野山で下水処理施設第 1 号と言われ¹⁰⁾、1932 年名古屋市で汚泥を消化槽と天日乾燥床により処理した。我が国ではメタン発酵と言わずに「消化」と呼び、現在でも下水道関係ではそう呼ばれている。1942 年に、京都・鳥羽処理場でメタンガスを分離、150 気圧にしてボンベに詰めた。

Fig. 4 Change per year of amount of excreta disposal in Japan¹⁰⁾

1944 年廣瀬孝六郎がし尿の嫌気性消化の研究に関する論文を 1946 年にかけて 4 報発表し、戦後のし尿処理法の基本となる⁹⁾。

敗戦後の産業が活発になり始めた頃の 1950 年代にエネルギー不足によるメタン発酵のブームがあった。1953 年にメタン発酵に国庫による補助金制度が出来た。1962 年には家畜糞尿で 180 基のメタン発酵施設が稼働していた¹¹⁾。そしてし尿処理施設はほとんどメタン発酵の嫌気性消化方式を採用していた。その主な目的はエネルギーを得るのではなく、下水汚泥の減容化として盛んに取り入れられた。1970 年頃には、全下水道施設の 90% 以上に嫌気性消化施設があった (Fig. 4)¹⁰⁾。また農家の生活改良普及事業の一環として家畜糞尿等からバイオガスを生産し、農家はメタン発酵槽を設置して、炊事等の生活燃料にバイオガスを利用し、消化液は肥料として利用していた。しかしこのブームは長く続かなかった。プロパンガスの普及および農家の作業効率や利便性の追求により、メタン発酵は自然に採用されなくなった。

1964 年に第 2 回国際水質汚濁会議（現在の IWA）が日本で開催され、参加者は日本のし尿処理場を見学して驚嘆した¹²⁾。それはし尿処理技術が日本で独自に開発が進んでいたことで、し尿にメタン発酵を用いたことは世界に誇る高度な技術であった。一方、我が国では、世界で注目されたにもかかわらず、一部の研究者を除いてその認識が無く、下水道でメタン発酵も衰退していった。近年、下水道処理施設は、水質規制の強化により酸化方式や標準脱窒方式の採用で、嫌気性消化施設は次第に建設されなくなった。野池¹²⁾は、当時の日本は、本来最大の利点であるエネルギー回収をはじめとするメタン発酵の重要性が正しく強調されなかったと述べている。事実、私が 2007 年に大阪市の下水処理施設を見学したおり、発酵メタンガスで 400 kW 発電していたので「すばらしい、バイオマスエネルギーの活用

Photo 1 Methane separation device of a sewage treatment plant in Kobe

をしている、パンフレットにこのことを書いてPRしたらよい」と助言したが、担当者は全くその認識がなくきょとんとしていた。

家畜糞尿のメタン発酵は北海道の酪農家等に重宝されていた。ところが、酪農政策の弱体で離農者が増えている部分がある。八木町、小岩井農場などは健在である。

現在では大手食品会社などでメタン発酵が取り組まれ、得られたメタンガスを燃料電池等に利用することが研究されている。神戸市の下水処理場では、得られたメタンガスでバスを走らせると共に、メタンガスを調整して大阪ガスのパイプに混入している (Photo 1)。

2.2 1970年代のオイルショック以後

1973年の第1次オイルショックの時、我が国は8割近くのエネルギーを石油に頼っていた。翌年「新エネルギー技術開発制度」(サンシャイン計画)を発足させ、太陽をメインとする自然エネルギーと、水素エネルギーを新エネルギーとして石油代替エネルギーとして開発普及を進めた。実はこの原案はオイルショックの前に、通産省工業技術院の工業技術会議で提案されていた¹³⁾。1974年、工業技術会議を解散して産業技術審議会から「新エネルギー技術開発のすすめ方について」の答申が出された。これを契機に太陽光、太陽熱、風力、地熱、波力、潮汐、木質など再生可能エネルギーの研究開発が進み、実証が各地で取り組まれた。予算は石炭特会・石油特会(特別会計)である。

1978年の第2次オイルショック後には、省エネルギーの「ムーンライト計画」が始まり、産官学で新エネルギー、

省エネルギーの技術開発に努め、産業界がエネルギーの効率の利用を積極的に進めた結果、製造業のエネルギー効率は1975年に比べ、1990年には大幅に改善して、エネルギー消費を40～50%削減する世界の最高水準に達した¹⁴⁾。この年我が国は『地球再生計画』を国連で発表した。「産業革命以降の200年に様々な負荷をかけて変化させてきた地球を、今後100年かけて再生しよう」と、世界的な省エネルギーの推進、クリーンエネルギーの導入、環境技術開発、CO₂吸収源の拡大、革新的エネルギー関連技術の開発を訴えた。これはRITE(地球環境産業技術機構)が主になって提案した。その後、石油価格の安価な時を経て、1993年に、サンシャイン計画とムーンライト計画、地球環境技術開発制度を統合して「ニューサンシャイン計画」が発足した。この時、太陽光発電と水素エネルギーに重点化し、風力発電や地熱発電などが切り捨てられた。そして1990年以降は、我が国の製造業のエネルギー効率は停滞ないし増加の傾向にある。

EUではチェルノブイリ事故後に、再生可能エネルギーの取り組みが進んだ。北欧やドイツ、デンマークでは大きく普及している。EUの特徴は、EU全体に太い電力網があるとともに、ロシアからの天然ガスの供給と、フランスの原子力発電の供給がある。電力の輸出入は臨機応変に行われている。

我国は2003年に、新エネルギーの一定割合の電力を電力会社が購入義務の「RPS制度」を導入した。その義務量が1.4%程でとても小さく、北海道や東北地方では風力発電の申請が多いが、抑制される方向に働いている。ちなみに英国のRPS義務量は10%である。

再生可能エネルギーの導入が進んでいる国は「固定価格買取制度」(FIT: Feed-in tariff)が多い。我が国は2012年7月1日から全量固定価格買取制が導入され、これから普及が期待される。規模によって買い取り価格と期間が設定され¹⁵⁾、3年間は儲けるように配慮されている。太陽光発電の買い取り価格は2013年度に下がるという。

普及が進んでいる諸外国では法整備が進んでおり、ドイツのバイオマス法は省庁を越えて活用が進むシステムが確立している。スウェーデンでは環境関連する15の法律を1つにまとめて、環境法典(33章)とした¹⁶⁾。

3. 我が国の特徴

北欧の国々はオイルショック後のエネルギー政策を国民と共に取り組んできたが、我が国において政府は産業界だけを対象にした。我が国のエネルギー政策は政府と大手電力会社、大手ガス会社の意向に沿って作ったといつてよい。そして新エネルギーの普及を前面に出し、自然エネルギーの普及という観点はからだんだん離れていった。政府は2002年に、2010年における新エネルギーの目標を3%とした。2010年に新エネルギー3%を達成したが、政権が変

わっていたので、政府からの報告は何もなかった。

政府は2004年に「2030年のエネルギー需給展望」を出した。次の政権が2010年に出した「エネルギー基本計画」の中身は、ほとんどこの「2030年のエネルギー需給展望」を踏襲しており、CO₂ゼロエミッションの電源として、2030年までに少なくとも原子力発電を14基増設するとしたのが特徴であった。今回の原発事故が起こるまで、国民のほとんどが、その実態を知らず、再生可能エネルギーの概念がほん最近まで希薄であった。

実は2004年、中学校の教科書検定で、「原子力の長所部分が足りない」「自然エネルギーは長所を強調しすぎている」と指摘され、教科書会社は意向に沿った内容の改訂をし、翌年には高校の教科書が同様に指摘され、意向に沿った改訂が行われた¹⁷⁾。残念なことにこの事実は報道されなかった。国民に事実を知らせることをやめてしまった経緯がある。この年は1年で政権が2回変わった時でもある。

2011年福島原発事故以後、エネルギー基本計画を白紙に戻すと宣言したが、まだそのままである。我が国の再生可能エネルギーの割合6.6%をふまえて、国民も参加した形の新たなエネルギー基本計画を作る時に来ている。

2012年9月19日の閣議では「新たなエネルギー政策」が決定されなかったが、5日前のエネルギー・環境会議で決定した「2030年代に原発稼働ゼロを可能にするよう、あらゆる政策資源を投入する」を盛り込んだ「革新的エネルギー・環境戦略」は参考文書とし、「原発40年で廃炉」「原発の増設は原則として行わない」等になった。原発の稼働についてこの2012年8月に行われた討論型世論調査は世界最初の試みであった。1ヶ月の討論の結果、原発0%の人の割合が32.6%から討論後46.7%に増えた。これらを踏まえ新たなエネルギー基本計画の作製が待たれる。

ドイツで再生可能エネルギーへの市民の投資が大きいのは、福祉・医療制度など充実しており将来に対して不安がなく、共稼ぎで稼いだお金を、そのまま再生可能エネルギーに投資している。銀行へ預ける利子よりも良いそうだ。デンマークでもそのような傾向と聞く。また、環境に配慮した会社へ投資した場合、他の会社に比べ、配当金の税金を安くする措置がとられている。住民が参加しやすいきめ細やかな制度の充実も求められる。

太陽光発電

太陽光発電は政府も企業も力を入れて、日本は2004年まで世界一発電していた。かつて太陽光発電のセルの製造も日本企業の独壇場であった。2005年、当時EUでは再生可能エネルギーの取り組みが加速していた時期に、なぜか太陽光発電の補助制度が打ち切れ、その後日本の地位は下落していった。太陽光発電セル製造の企業は輸出に活路を見出し、EUの大型施設等に活用された。2009年にわずかに補助金が復活し、同年11月に余剰電力を通常購入価格の2倍の48円/kWhで売電できる制度が発足し、やっと

Fig. 5 Solar power generation capacity of IEA countries (2009)

上昇に向いた。最近はスペインにも抜かれ3位である (Fig. 5)¹⁸⁾。現在、太陽電池は中国が世界の40%生産し、海外に輸出している。余波を受けてか、長年世界一の生産を誇ったドイツのQセルズ社や、アメリカの企業も多数倒産した。

太陽光発電の発電効率は主流は15%である。2012年7月のFIT制度の導入で各地にメガソーラーが計画されている。現在稼働中、建設・計画中のメガソーラーは全国に80ヶ所ある。内48ヶ所が電力会社以外である。東京電力の浮島太陽光発電所は7メガを発電し、敷地は11haである。太陽光発電は敷地の確保の課題がある。メガソーラーは大手企業が主体であるが、淡路島など自治体が積極的に取り組んでいるところもある。長野県飯田市の「おひさま進歩エネルギー株式会社」、自然エネルギー市民の会の「ぼっぼおひさま発電」など市民発電にも注目したい。市民ファンドが各地で展開されている。

世界では他に集光型太陽光発電の関心も高まっている。

太陽熱

かつて我が国の再生可能エネルギーは水力、パルプ工場の廃液であるバイオマスの「黒液」、太陽熱温水器、地熱がメインであった。太陽熱温水器はかなり前から補助がなく、普及は止まったままである。太陽熱温水器の効率は太陽光発電よりも良くもっと普及させることが望まれる。地方自治体で補助を出しているところもある。世界にあっては中国の取り組みが大きく、世界の75%を占める¹⁸⁾。

風力発電

世界の風力発電導入量を Fig. 6¹⁴⁾ に示す。2009年までは米国が世界一であったが、2010年には中国が世界一になった。中国の風力は3割が送電網に繋がれていない。この図から中国、米国、ドイツ、スペイン、インドの伸びが著しいことがわかる。世界では加速度的に普及が広がっている。EUなどでは洋上風力の広がりがある。風車の製造はデンマーク、中国、ドイツ、スペイン、インド、米国が主である。

Fig. 6 Introduction amount of wind power (2010)

我が国は山が多くて風況は悪く J クラスである。それ故、我が国の風況に合った風車の開発が必要であったが、政府はなぜか 15 年ほど前に、研究開発の必要はないとした。日本の風力資源は北海道、東北、九州に多いが、近年、電力会社は RPS 制度を盾に、100 件以上風車建設の申請があっても 10 件ぐらいしか認めなかった。それでも各地にウインドファームが建設されて発電量は少しずつ増加している。

この度の東北大震災では、風力発電は全部無事で、東北電力からフルに動かして下さいと要請があった。地元産の再生可能エネルギーの価値が見直された。

日本の電力網は、大型発電所と電力を大量消費する工場間に、太い電力網があり、その他は細い電力網からなっている。それ故、変動の大きい電力が系統にはいると電気の安定が損なわれるという。日本も EU みたいに太い電力網のネットワークが出来れば、変動する電力も多量に受け入れることができるのではないかな。

実は、日本は風力発電機を輸出しており、米国に 1000 機輸出している。最近では現在の風車よりはるかに大きい風車の注文が海外からあり、日本企業が受注したという。日本の技術の高さを海外が認めている。秋田では沿岸等に風力発電を、日本製風車 1000 本の計画を進めている。一方、デンマークの洋上発電に日本の商社が投資している。

風力発電に対する課題がいくつかある。バードストライクの害は都市のガラス張りビルディングの方が風車より大きい。だが渡り鳥のコースを外すなどの配慮がいるであろう。低周波の問題は、今後、洋上発電により解決していくのではなかろうか。FIT 制度の導入でも風力発電の伸びは 1 % と低く、この 12 月 16 日に規制緩和として、環境調査の影響を国が行うことになった。

デンマークでは畑の 25m² は自由に使っても良いという

Fig. 7 Geothermal power (2008)

法律があり、畑に風車が樹立している。

EU は 50 m 以下の浅い海が広がり、着床式洋上発電が設置できる。一方、我が国はすぐ深い海になり、浮体式洋上発電が検討されており、技術開発が進んでいる。

現在、再生可能エネルギーで自給自足している自治体は全国で 52 市町村あり、風力発電を取り入れているところが多い。

地熱発電

地熱は再生可能エネルギーのなかで唯一太陽由来でない。地熱資源量は活火山数と正の関係にあり、インドネシア、アメリカ、日本が 3 大資源国である。世界の地熱発電を Fig. 7¹⁸⁾ に示す。我が国の地熱の理論的埋蔵量である「賦存量」は設備量にして約 3300 万 kW だが、この値は地形や法規制等の制約条件を考慮してある。我が国の発電量は資

源量に比べて小さく世界5位である。実は世界の地熱発電設備容量の約70%は日本製である。我が国は資源と技術フルに活用できる利点を持つ。

2012年、国立公園内に公園外から斜めから掘ることが可能になったが、パイプの長さが長くなる分、費用がかかる。今後、特区として公園内での建設を認める方向があるのではないかと。現在は汚染の害などを最小限度にする技術がある。

バイオマス

バイオマスはマテリアル利用とエネルギー利用がある。はじめにマテリアル利用してカスケード利用して最後にエネルギー活用を考える。バイオマスは発電よりも先ず熱利用が主にする方がよい。EUでは67.3%が熱利用に使われ、発電は約25%、残りが輸送用である。発電と熱利用の両方のコジェネレーションにすると利用効率は良くなる。今後、FIT制度では電力だけでなく、熱の利用も対象にすることが望まれる。

2006年、EUにおけるバイオマス原料は79.6%が木質、バイオガス6.8%、再生可能な都市固形廃棄物6.8%、バイオ燃料6.9%である¹⁹⁾。我が国も自国産木材の活用を増やし、そこからでる廃棄物を有効利用することが望まれる。先進国中、製材所が元気でないのは日本だけである²⁰⁾。日本のスギ材は世界一の安い木材になった。

中山間地域や農業での熱利用を徐々にバイオマスエネルギーに変えていくのは無理のない方向だと思う。農業用ハウスの熱源をバイオマスに変える動きが始まっている。薪ストーブの活用も広がりつつある。廃パレットを活用した地域循環システムもある²¹⁾。

我が国の木材の自給率は、現在25%であり、食糧自給率より低い。今後、自らの森をそのままにして、海外の資源に頼るのはいかなるものであろうか。1965年には木材の自給率71%であった²²⁾。山林は放置すると崩壊が始まる。近年の深層崩壊は植林した山に起こっていることが多い。山の木材の活用によって国土の保全を保つことができる。

山国であるオーストリアは林業が盛んで、バイオマス利用も大きい。学ぶところが多いのではなかろうか。そのためには国の政策が重要である。

日本は国土の67%が山で森林大国である。山の蓄積率は世界一だが、放置林が多く、資源が無駄になっている。2008年の自然エネルギーの活用²³⁾はFig. 8に見られるように、バイオマスは風力の4倍、太陽光の6倍である。バイオマスをもっと積極的に活用を図れば、さらなる可能性を秘めていることがわかる。最近、火力発電では石炭バイオマス混焼もすすんでいる。

新しい燃料として、バイオマスを石炭コークスの代替に活用するバイオコークスがある。井田らの提案²⁴⁾で、お茶がらや木くず等を原料にして約200℃、30 MPaで成型される。成形体の成分はほとんど原料と同じだが、比重が1.3

Fig. 8 Renewable energy in Japan in 2008 (Except solar heat & large hydro)

付近と大きく、強度も大きい。高槻では間伐材等から径10 cm、長さ20 cm大のバイオコークスが24時間運転されており、製品は豊田自動織機に送られ、実用大型鋳造炉でコークスの10%を代替している²⁵⁾。

最近EUなどでトレファイドペレットが注目されている。トレファイドは半炭化のことである。通常のペレットに対してエネルギー密度が高く、保存性が高いのが特徴だ。半炭化ペレットに関して日本が最初に国際会議で発表した²⁶⁾。

バイオマスをガス化して発電や、燃料を作ることが多数取り組まれており、将来性が大きい。

北欧を始め米国等では木質バイオマス発電が盛んだ。我が国でもバイオマスで1万kW発電がいくつか取り組まれている。デンマークではワラを燃料にした大型発電が盛んだ。この度日本の商社が英国のワラ燃料のバイオマス発電を受注した²⁷⁾。

我が国のバイオマス活用のためには日本の材の活用を進めることが必要だ。新築の半分は戸建て住宅と言われ、そこにもっと活用する必要がある。世界ではバイオマスの活用は木質が主である。チップ、ペレット、ブリケット、炭、オガライト、オガ炭、バイオコークス、トレファイドペレットなど活用していきたい。オガライト、オガ炭は日本の発明である²⁸⁾。

真庭市の銘建工業(株)は輸入材などから集成材を製造するメーカーであり、古くからバイオマスエネルギーに取り組んでいる。プレーナークズ(かななクズ)でバイオマス発電し、売電とグリーン証書を活用している。プレーナークズからペレットの製造は簡単で粉砕行程が必要でない。銘建のペレットの製造量は日本一である。世界ではオガクズやプレーナークズからペレットを作っている。

バイオ燃料は自動車や船などの燃料に用いられ、バイオ

エタノール、バイオディーゼルオイル、バイオメタンがある。バイオ燃料は食料と競合の問題及び遺伝子組み換え作物の問題がある。バイオエタノールはエネルギー効率の点で問題が多い。また40リットルのバイオエタノールは大人半年分の食料に匹敵する。現在、食料と競合しない第2世代の原料が研究されている。

バイオエタノールはトウモロコシ、サトウキビ、キャッサバ、規格外小麦・米、廃糖蜜などから作られ、バイオディーゼルオイルは大豆油、ナタネ油、ヒマワリ油、アブラヤシ（パームヤシ）油などから、バイオガスは下水汚泥、家畜糞尿、食品廃棄物等から作られる。ブラジルのサトウキビからのバイオエタノールは、バガスを燃料にして蒸留されることからエネルギー効率がよい。EUのナタネからのバイオディーゼル燃料（BDF）はかつて休耕田だったところに菜の花を植えて活用していることから一定の評価はある。我が国の廃天ぷら油からバイオディーゼル燃料の製造は、廃棄物の活用という点で意義がある。菜の花とリンクさせた「菜の花のプロジェクト」²⁹⁾は日本の特色で、現在約160ヶ所で取り組まれている。京都市では市バスの93台がB20（バイオディーゼルオイル20、軽油80）で、ゴミ回収車約140台がB100で走っている。廃食油をBDF化するにはエネルギーと費用がかかる。廃食油を簡単な濾過や遠心分離で精製してそのまま活用するSVO（Straight Vegetable Oil）法がある³⁰⁾。ドイツでは普及しているが、我が国ではマニア等が愛好しているにすぎない。日本でもSVO利用が普及するような制度が求められる。

我が国ではガソリンにバイオエタノール3%混合のE3と、軽油にバイオディーゼルオイルを5%混入するB5が認められている。E3はバイオエタノールの分は税が免除されるが、B5の場合は全量に税金が掛けられる不公平さがある。京都市のB100は税の対象外だが、B20は全量に税がかかる。

我が国は平成21年に「バイオマス活用推進基本法」が制定されたが、根本のところでは統一的な扱いがされていない。下水汚泥のメタン発酵は国土交通省、家畜糞尿のメタン発酵は農林水産省、食品工業残渣のメタン発酵は経済産業省の管轄になっている。補助金申請は現在これら各省と環境省が当たっている。

潮汐発電（潮力発電）

干満の差を利用した潮汐発電は、1966年にフランスのランス潮汐発電所が完成して、翌年から最大定格出力24万kWで発電し、世界最大規模である。2011年、韓国のソウルから南西40kmの始華湖（シファホ）潮力発電所の6基が発電を開始し、あと4基は試運転をすることになっており、将来はランス発電を上回るという。我が国は青森県大間崎における潮力発電の構想がある。

海流発電

海に囲まれた我が国は黒潮の流れが陸地の近くを通り、

海流発電が出来れば将来のエネルギーにとって朗報となる。現在はエンジニアリング振興協会によりMWh級の海流発電システムの実用化に向けて検討が行われているほか、企業、大学等が連携して研究開発が進められている。我が国は1983～1988年に来島海峡において潮流発電した。実海流での発電は世界で初めて³¹⁾だったので、世界各国からプロジェクト視察があった。その後、海流発電は新エネルギーの対象からはずれ、暗黒の時代をむかえその間、鈴木清美が海流発電の重要性を訴え続けていた。海流発電は風力発電に比べ、媒体の密度が大きい点が異なるが、風力発電を応用することができる。ループ型発電、プロペラ型発電、マグロ型発電などがある。

ゴミ発電

EUでは都市ゴミの発電はバイオマスエネルギーになっている。我が国ではこの度のFIT制度では廃棄物発電は17.85円/kWhとなった。メタン発酵ガス化の40.95円/kWhに比べ低価格である。

大都市のゴミ発電は大いに貢献している。大阪市ではゴミ発電で5億円/年稼いでいる。ただし、大型家具などを粉砕する粉砕機の消耗品にかなりの費用がかかるようだ。

最近EUでは都市ゴミを埋め立てることをやめて、焼却してゴミ発電に取り組んでいる。英国は日本のゴミ発電の技術を導入した。デンマークでは、ゴミの量が不足して英国から輸入している。

4. まとめ

世界の再生可能エネルギーの取り組みは活発である^{1, 32)}。我が国は再生可能エネルギーの技術も資源もあり、現状はこれまでの政策によるところが大きい。今後、これらの利点をフルに活用して、世界の範たる再生可能エネルギー国になるチャンスである。

再生可能エネルギーはエネルギーの塊である化石燃料に比べてハンディが大きい。そのハンディに応じて炭素税などがある。我が国は地球温暖化対策税（炭素税）を2012年10月に導入した。

日本の商社が海外の再生可能エネルギーのプロジェクトにいくつか参入している。デンマークの酪農家共同体が運営する家畜糞尿のレンヴィーバイオガス（Lemvig Biogas）³³⁾は日本の資本が入っている。我国においてもFIT制度が始まる7月を契機に海外資本が入ってくるであろう。この時、デンマークのように地域住民が20%参画出来るような法整備が必要であると考えらる。

今、再生可能エネルギーを使った仕組みが種々考えられている。2010年4月から新丸ビルで使う電力を青森県の風力発電で賄っている。「生グリーン電力」と呼び、買う契約を結んでいる³⁴⁾。

再生可能エネルギーは地域に産するエネルギーであり、地域の自立、地域のエネルギーの創出を考える時に来ている。

る。

我国には国の統計が国民に知らされているとはいえない。部分的なデータはあるが、全部を網羅したトータルのデータがない。是非、EUのように毎年発表して欲しいものだ。正確なデータの公表を元に各専門家らの知恵を最大限活用して、政府が率先して指針を示したいものだ。

我が国のエネルギー政策は大企業中心主義で進められている。これを改め、長期を見越して、真に国益となる方向を各分野の専門家を交えて議論を深める必要がある³⁵⁾。そしてバックキャストで取り組むことが必要と考える。

北欧等では、エネルギーと環境について経済優先でなく、真の国益から考え、幼稚園の時代から学んでおり、自分が国に対して何をなしえるかを小学校の時代から学んでいる。教育の問題がある。またCO₂排出量のハンディに比例した炭素税を2012年10月から導入したが、まだ未熟な部分が多く見られる。欧米のようにきめ細やかな配慮をして、真に再生可能エネルギーの導入が進むようにしていきたい。世界はフクシマ後の日本がどのような選択をするか見守っている³⁶⁾。

2004年にREN21ネットワーク（21世紀のための再生可能エネルギー政策ネットワーク）が発足し、自然エネルギーの国際会議もいくつか開かれた³⁴⁾。REN21ネットワークはアメリカと中国がイニシアティブを取っている。日本は今まで積極的でなかったが、今後イニシアティブを取るぐらいに参加してほしいものだ。

引用文献

- 1) 自然エネルギー世界白書 2011、ispe のホームページ：<http://www.isep.or.jp/>
- 2) 朝日新聞夕刊、2012年6月6日
- 3) 環境省のホームページ：<http://www.env.go.jp/earth/report/h23-03/cover.pdf>
- 4) 本庄孝子、土井和之：「バイオマス資源の素顔とバイオマス利用の実態」、環境技術、Vol.40, No.6, (2011) 322-372.
- 5) 省エネルギー便覧 2007 年度、省エネルギーセンター、(2007) 271.
- 6) 資源エネルギー庁のホームページ：<http://www.enecho.meti.go.jp/saene/index.html>
- 7) 沖武宏：「中国地方の小水力発電」その歴史と課題、<http://kisnet.dip.jp/~aika/hatuden/eaml.pdf#search=地域%20水力発電%20歴史>
- 8) 傘木宏夫：「小水力発電を生かした地域づくり」、環境技術、Vol.39, No.3, (2010) 163-168.
- 9) 楠本光秀、「下水道における嫌気性汚泥消化の進化」http://suido.ipej-kin.jp/expcolumn/10_11/1010-105kusumotot.pdf#search=%E4%B8%8B%E6%B0%B4%E9%81%93%E6%B6%88%E5%8C%96%E6%AD%B4%E5%8F%B2
- 10) 桜井敏郎：用水と廃水、Vol.51, No. 4, (2009) 343-349.
- 11) 李玉友：「メタン発酵技術の概要とその応用展望」、JEFMA、No.53, (2005) 4-18.
- 12) 野池達也：用水と廃水、Vol.51, No. 4, (2009) 330-337.
- 13) 大型プロジェクト 20 年の歩み、通商産業調査会、(1987) 26.
- 14) CASA（地球環境と大気汚染を考える全国市民会議）の CD-ROM 版 2011
- 15) 首相官邸のホームページ：http://www.kantei.go.jp/jp/headline/renewable_energy.html
- 16) 小澤徳太郎：「スウェーデンに学ぶ持続可能な社会」、朝日新聞社、(2006) 101.
- 17) 朝日新聞、「原発とメディア 274 子ども 15」、2012 年 11 月 9 日夕刊
- 18) 自然エネルギー世界白書 2010 <http://www.isep.or.jp/images/library/GSR2010jp.pdf>
- 19) NEDO のホームページ、海外レポート：<http://www.nedo.go.jp/kankobutsu/report/1026/1026-02.pdf>
- 20) 本庄孝子：「固体燃料」、高温学会誌、34(4), (2008) 146-152.
- 21) 本庄孝子：木質（廃パレット）の炭化を通じて地域循環利用システムの構築、環境技術、Vol.37, No.7, (2008) 505-509.
- 22) 平成 16 年 林 業 白 書：<http://www.rinya.maff.go.jp/seisaku/sesakusyokai/16hakusyo3syuu.htm>
- 23) 自然エネルギー白書 2010(日本) http://www.re-policy.jp/jrepp/JSR2010/JSR2010_all.pdf
- 24) 近畿大学リエゾンセンター：KLC/NEWS 2008 年夏号、通算 11 号
- 25) 高槻のバイオコークス：<http://bio-cokes.info/index.html>
- 26) T. Honjo, M. Fuchihata, I. Ida, H. Sano: Prospect on new fuel BCDF (Bio-Carbonized-Densified-Fuel): the effect of Semi-Carbonization, Proceedings of the first world conference on pellets, (2002) 159-163.
- 27) 三井造船の HP：<http://www.mes.co.jp/press/2012/20120202.html>
- 28) 岸本定吉：「炭」、創森社、(1998) 247.
- 29) 藤井絢子、「菜の花エコ事典」、創森社 (2011)
- 30) 本庄孝子、佐野寛、淵端学：地域における廃食油の SVO 利用、環境技術、Vol.40, No.8, (2011) 493-498.
- 31) 山口裕史：日本はエネルギー大国だ、バイナミックセローズ出版 (2011)
- 32) 自然エネルギー世界白書 2012、<http://www.map.ren21.net/GSR/GSR2012.pdf>
- 33) レンヴィーバイオガス (Lemvig Biogas)：<http://www.lemvigbiogas.com/JP.htm>
- 34) 飯田哲也：エネルギー政策のイノベーション、学芸出版社、(2011) 64
- 35) 本庄孝子、佐野寛：バイオマスエネルギーの課題と検討、第 8 回バイオマス科学会議発表論文集、p.70-71 (2013)
- 36) 北澤宏一「日本は再生可能エネルギー大国になりうるか」、ディスカバリー・トゥエンティワン、(2012) 76